



ANEXO I
SIMULACIÓN

Para realizar la simulación se tomaron tiempos entre llegadas de los clientes. Esto requirió la realización de un muestreo en el cual se tuvo una desviación estándar de 19.98 minutos. Mediante la fórmula I.1 fue calculado el tamaño de muestra, con una confianza de 95% y error de 4.3 minutos.

$$n = \frac{Z^2 \cdot \sigma^2}{B^2} \tag{I.1}$$

donde: B = Error absoluto en porcentaje

n = Tamaño de muestra.

σ = Desviación estándar de las observaciones del muestreo.

Z = Valor de Z, de acuerdo al nivel de confianza deseado.

De lo anterior se obtuvo como resultado 83 observaciones, que fueron las siguientes:

Tiempo entre llegadas (minutos)

15	10	21	5	30	7	6	1	100	24	15	13	16	3
0	10	1	28	12	9	20	37	15	38	23	39	1	26
48	0	20	20	3	12	19	63	7	39	38	80	11	2
7	18	6	49	45	7	14	35	2	2	31	6	2	11
3	52	24	14	1	26	12	5	22	4	13	2	1	1
26	0	44	24	31	14	19	4	18	4	1	33	7	

Al ajustar los datos anteriores mediante la aplicación Input Analyzer, se obtuvo que siguen una distribución exponencial con la expresión: $-0.001 + \text{EXPO}(18.4)$. Se puede observar la gráfica de estos datos en la siguiente figura

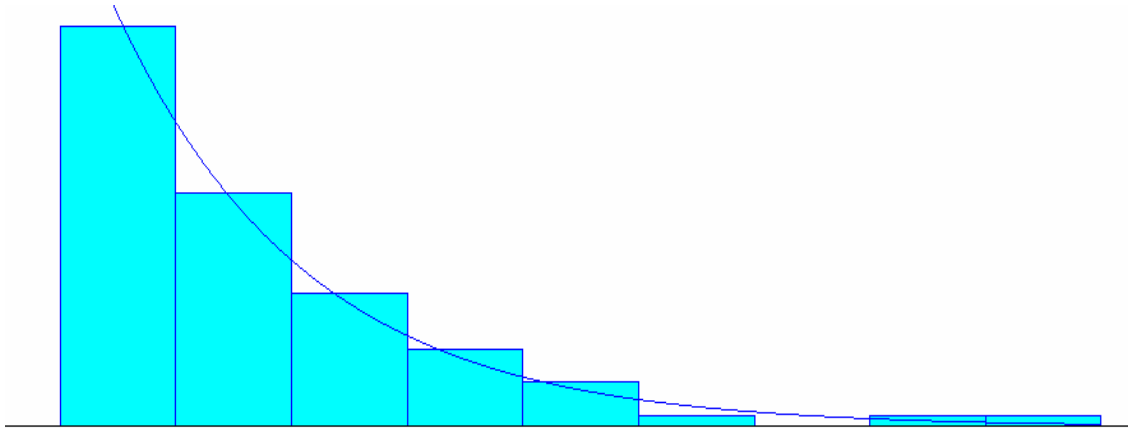


Figura I.1 Histograma del tiempo entre llegadas de los clientes

Para obtener la proporción de facturas que son entregadas a domicilio, se realizó el cálculo del número de observaciones necesarias para nuestra muestra. Este se hizo utilizando la siguiente fórmula y tomando como valores de p y q 0.5, para obtener el máximo valor del número de observaciones:

$$n = \frac{Z^2 \cdot pq}{B^2} \quad \text{I.2}$$

donde:

B = Error absoluto en porcentaje

n = Tamaño de muestra.

p = Porcentaje de la actividad o categoría de interés.

q = $(1-p)$ Porcentaje de la actividad de no interés.

Z = Valor de Z , de acuerdo al nivel de confianza deseado.



Sustituyendo valores se obtuvo lo siguiente:

$$n = \frac{1.96^2 * (0.50)(1-0.50)}{0.05^2} = 385 \text{muestras}$$

Finalmente se tomaron 393 observaciones tomadas, lo cual da un error de 4.94% de la proporción. Con esto se dice con una confianza del 95% que el 48% de las facturas se entrega directamente en el domicilio del cliente, es decir, por medio de las camionetas de Interceramic y el resto, se entrega directamente al cliente en el Centro de distribución, como se muestra a continuación:

Tabla I.1 Porcentaje de pedidos entregados a domicilio

¿Entregado a Domicilio?	Observaciones	Porcentaje
No	205	52
Sí	188	48
TOTAL	393	100

Fuente: Elaboración propia

Para obtener el tiempo utilizado para cargar a los vehículos de los clientes o a las camionetas cuando son atendidas por personal sin ayuda del montacargas, se realizó un muestreo para determinar el número de observaciones requeridas, dependiendo del tipo de vehículo que llegara para ser atendido. Se realizó el cálculo con la fórmula I.1 utilizando una confianza del 95%, así como los valores de error y tiempo de carga de camionetas y vehículos de clientes, además descarga de trailers, que se presentan en la tabla I.2.



Tabla I.2 Valores para el cálculo del tamaño de muestra

Valor de:	Camioneta	Cliente
Media (min.)	33	8
Desviación Estándar (min.)	16	5
Error (min.)	1.33	0.63
Confianza %	95	95

Fuente: Elaboración propia

El tamaño de muestra para la camioneta fue de 35; para los clientes, de 49 y para los trailers, de 7. Una vez realizado el muestreo se obtuvieron los siguientes valores:

Tabla I.3 Estimación de tiempo de Carga o Descarga

Transporte	Media	Desviación Estándar
Camioneta	26	15
Cliente	8	4

Fuente: Elaboración propia.

Adicionalmente se realizó la prueba de bondad de ajuste a la distribución normal para los dos tipos de vehículos antes mencionados y fueron aprobados con un valor P de 0.15, por lo que se afirma que el tiempo de atención sigue una distribución normal con los parámetros antes mencionados, con una confianza del 95%. Esto se muestra en las Figuras H.2 y H.3.

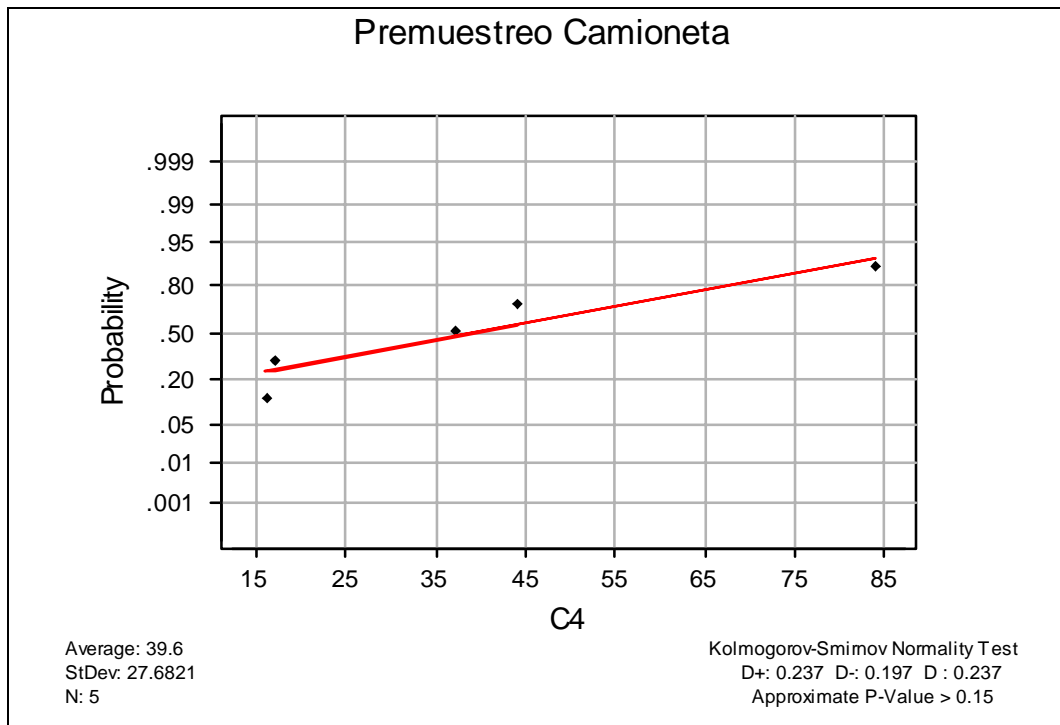


Figura H.2 Prueba de Bondad de Ajuste a la distribución Normal de Camionetas

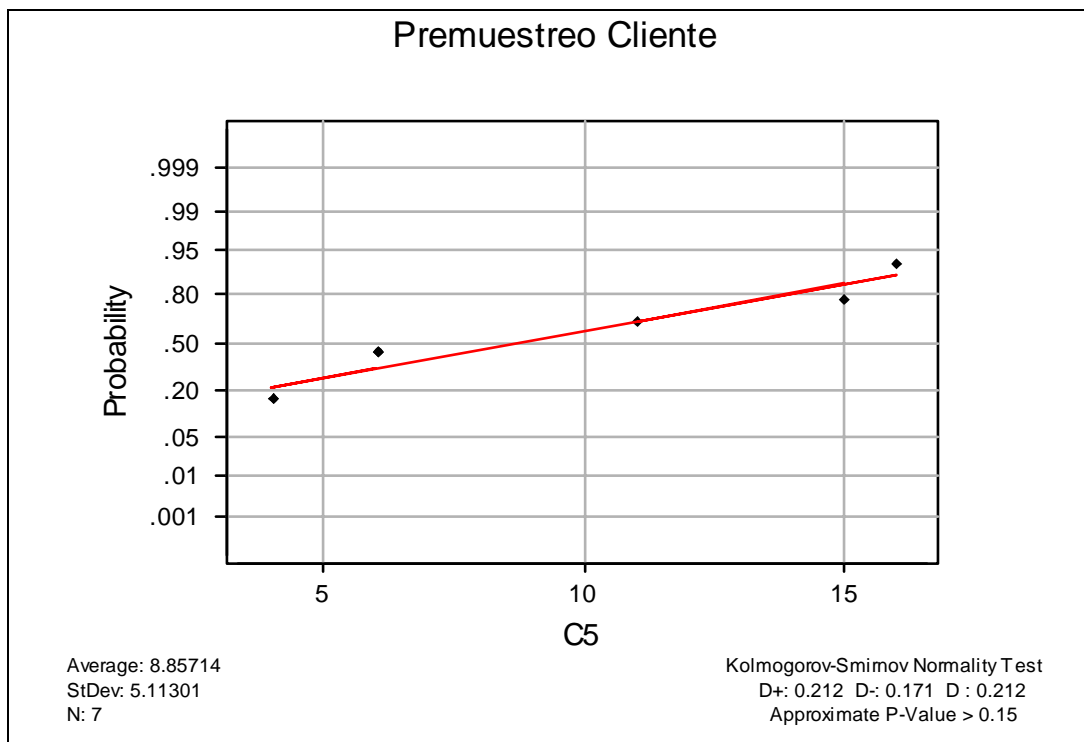


Figura H.3 Prueba de Bondad de Ajuste a la distribución Normal de Clientes



Para realizar la simulación del sistema actual se consideró la velocidad promedio del montacargas, proporcionada por la empresa, que fue de 10 km/hr, la distancia promedio de cada categoría con respecto a la zona que se muestra en la Tabla I.4 y se hizo la distribución de los materiales de forma aleatoria.

Tabla I.4 Distancia promedio de acuerdo a la zona

Categoría	Distancia promedio
R&B	84
Premium	71
Estándar B	57
Estándar A	41
Estándar C	35
Estratégico	18
Adhesivos y Boquillas	12

Fuente: Elaboración propia.

Para realizar las mejoras, se consideró que los viajes del material se dan de acuerdo al porcentaje de ventas que representa cada una de las siete categorías. Este porcentaje es mostrado en la Tabla I.5.

De esta manera, con los datos obtenidos mediante los muestreos anteriormente descritos se pudo realizar la simulación, para observar la reducción en el costo debida a la reducción de distancia recorrida para la recolección del producto y la consecuente reducción de tiempo utilizado en este proceso.



Tabla I.5 Porcentaje de ventas de acuerdo a la categoría de producto

Categoría	Porcentaje de Ventas
R&B	4
Premium	7
Estándar B	16
Estándar A	11
Estándar C	15
Estratégico	40
Adhesivos y Boquillas	8

Fuente: Interceramic